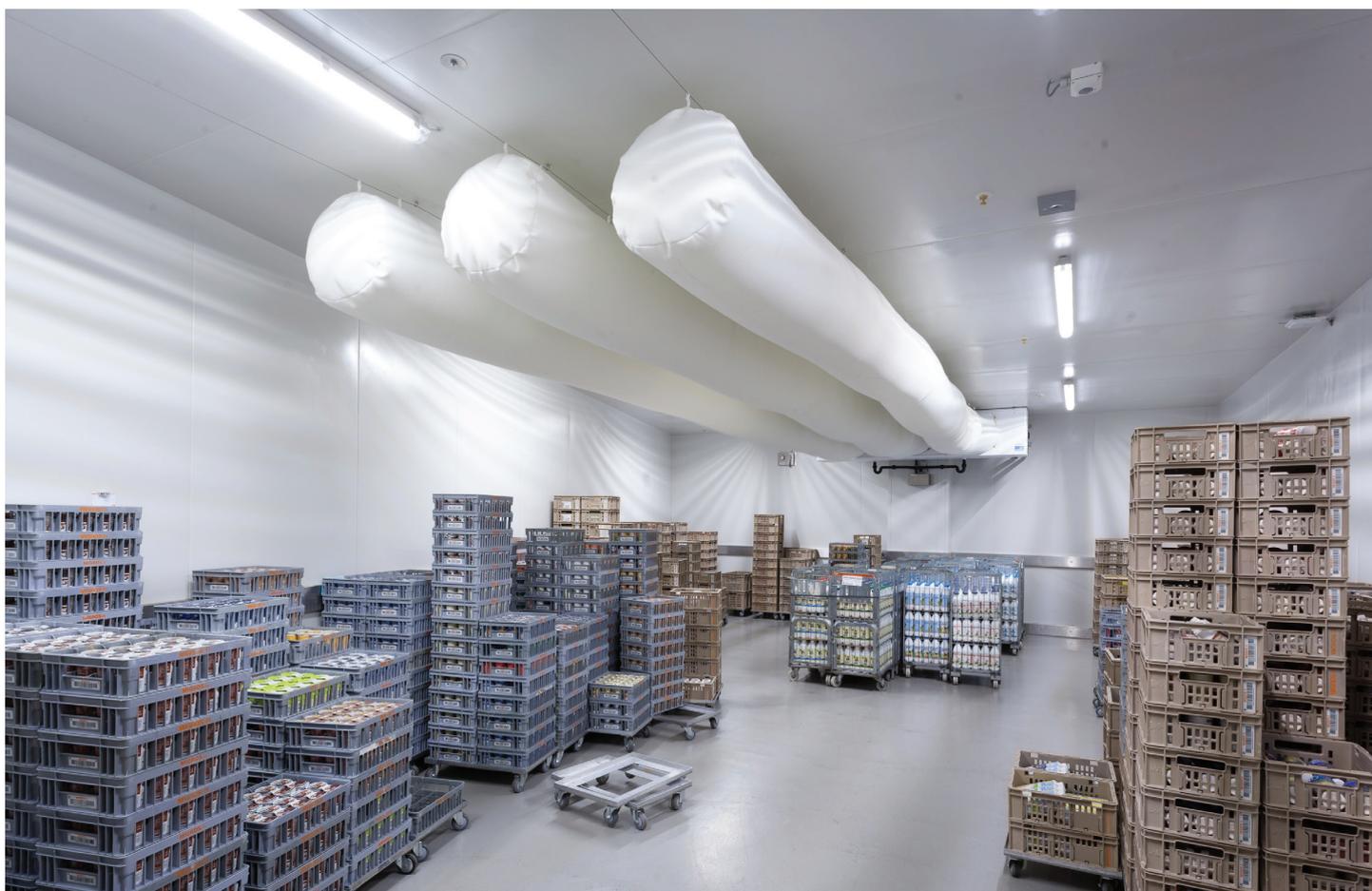


# EJEKTOR-KÄLTEANLAGEN EROBERN DEN MARKT

Dank der neuartigen Ejektor-Technologie können Detailhändler den Energieverbrauch von Kühl- und Tiefkühlregalen um einen Fünftel und mehr senken. Migros und Coop wenden die Technologie in der Schweiz seit mehreren Jahren mit Erfolg an. Auch Supermärkte im Ausland setzen zunehmend auf die ressourcenschonende Kühltechnologie, bei deren Implementierung und Anwendung die Schweiz eine Vorreiterrolle hat. Das Bundesamt für Energie hat die Markteinführung mit Beiträgen an drei praxisnahe Forschungs-, Pilot- und Demonstrationsprojekte unterstützt.



Kühlraum der Migros-Filiale in Ibach (Kanton Schwyz). Die drei Textilschläuche an der Decke versorgen den Raum mit +1°C Luft. Foto: Frigo-Consulting



Beide grossen Schweizer Detailhändler nutzen unterdessen die Ejektortechnologie zur Kühlung ihrer Produkte: Links: Die Bedientheke Fisch in der Migros-Filiale in Ibach (SZ). Rechts: Blick ins Kühlregal der Coop-Filiale in Laupen (BE). Fotos: Frigo-Consulting

Lebensmittelmärkte müssen alle zehn bis 15 Jahre modernisiert und auf den neusten Stand gebracht werden. Vor rund drei Jahren war die grosse Migrosfiliale in Ibach (SZ) an der Reihe. Die Verantwortlichen der Migros Genossenschaft nutzten die Umbauarbeiten des Mythen-Centers für eine technische Innovation bei der Kälteanlage: Für die Kühlung der 170 Laufmeter Kühl- und Tiefkühlmöbel sowie der insgesamt 280 m<sup>2</sup> Kühl- und Tiefkühlräume der Supermarkt-Filiale wird seit 2014 ein sogenannter Ejektor eingesetzt. Der Ejektor ist ein Zusatzelement der mit Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) betriebenen Kälteanlage. Mit der relativ simplen Komponente gelang es der Migros, den Stromverbrauch für die Kälteerzeugung dauerhaft um 23% zu senken. Für die Innovation bekam die Migros 2015 den renommierten deutschen EHI Energiemanagement Award.

### Ejektor ist heute Planungsstandard

Der Einsatz im Mythen-Center markiert den Markteintritt der Ejektor-Technologie. Seither hat die Migros mehrere Dutzend Lebensmittelmärkte mit der Technologie ausgerüstet. «Heute werden Ejektoren beim Um- und Neubau von Migros-Filialen standardmässig in die Planung der Kühltechnik einbezogen und dort, wo sie wirtschaftlich sind, angeschafft», sagt Daniel Duss, Leiter Bau+Technik bei der Migros-Genossenschaft Luzern. Auch Konkurrent Coop setzt auf die Technologie. «Auf die Kühltechnik entfällt in Lebensmittelmärkten rund die Hälfte des Stromverbrauchs, daher leistet der Ejektor einen massgeblichen Beitrag zur Senkung des Energieverbrauchs», sagt Thomas Häring, Leiter Energie und Technik

bei Coop. Coop und Migros nutzen Ejektoren unterdessen in landesweit rund 60 Filialen. Die Technologie ist jetzt etabliert, in Zukunft werden pro Jahr rund 30 weitere Supermärkte dazukommen. Der Ejektor kommt heute bei jeder zweiten Modernisierung zum Einsatz. Besonders lohnend ist die Investition bei mittleren und grossen Märkten. Hier liegen die Pay-Back-Zeiten je nach Marktgrösse bei ein bis sechs Jahren.

Weltweit sind bisher gemäss Schätzungen mehrere Hundert Ejektor-Systeme im Einsatz, die überwiegende Zahl davon in Europa. Wie bei der Entwicklung von Wärmepumpen kommt der Schweiz auch bei der Markteinführung der Ejektor-Technologie eine Vorreiterrolle zu. Die Frigo-Consulting AG, ein Planungsbüro für Kälteanlagen mit Sitz in Gümligen/BE, hat die Entwicklung über mehrere Jahre eng begleitet. Basierend auf den wissenschaftlichen Grundlagen des norwegischen Forschungsinstituts SINTEF gelang es 2013, die erste Pilotanlage in der Migros-Filiale in Bulle/FR in Betrieb zu nehmen. Hier wurde mit dem Ejektor eine Einsparung von 14% erzielt. Die Technologie wurde dann optimiert (Regeltechnik, Einbindung) und vom Kühl- auf den Tiefkühlbereich erweitert. In dieser ausgereiften Form kam der Ejektor ab 2014 im Mythen-Center der Migros im Kanton Schwyz zum Einsatz. «Wir waren auf das Vertrauen der Bauherrschaft angewiesen, denn der Einbau des innovativen Tools durfte die Betriebssicherheit der Kälteanlage bzw. die Verkaufsbereitschaft des Supermarkts nicht gefährden», nennt Frigo-Consulting-Projektleiter Jonas Schönenberger eine wichtige Herausforderung in der Pilotphase.

### Schub für CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen

Das Bundesamt für Energie (BFE) hat die Entwicklung eines marktreifen Produkts mit einem Forschungs- und zwei Pilot- und Demonstrationsprojekten (Bulle, Ibach) unterstützt. Stephan Renz hat die Projekte als Leiter des BFE-Forschungsprogramms Wärmepumpen und Kälte über insgesamt fünf Jahre begleitet: «Kälteanlagen, die auf CO<sub>2</sub> statt auf synthetische Kältemittel setzen, sind relativ jung und mussten sich in den letzten Jahren erst am Markt etablieren. Die Unterstützung der öffentlichen Hand schuf die Voraussetzung, dass die ersten Anwender trotz anfänglicher Mehrkosten auf diese neue, nachhaltige Technologie setzten – und heute nun von deutlich tieferen Kosten profitieren.» Dass mit der Migros von Beginn weg ein grosser Detailhändler in das Projekt eingebunden war, hat die Verbreitung der Technologie im Kältemarkt massgeblich unterstützt.

In der Schweiz und in der Europäischen Union werden die bisher verwendeten synthetischen Kältemittel wegen ihres hohen Treibhausgaspotenzials zunehmend mit Verboten belegt. Synthetische Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW) haben im Vergleich zum natürlichen Kältemittel CO<sub>2</sub> einen bis zu 1000 mal stärkeren Treibhauseffekt. Dank der Optimierung durch die Ejektor-Technologie erhält CO<sub>2</sub> als Kältemittel weiter Schub. Dies wirkt sich auch positiv auf die Umwelt aus, weil bei Kälteanlagen im Detailhandel über das Jahr erfahrungsgemäss fünf und mehr Prozent des Kältemittels über unvermeidliche Leckagen in die Umwelt austreten. Die Promotoren der Ejektor-Technologie stellen weitere Verbesserungen der Umweltbilanz in Aussicht, da Kälteanlagen dank Ejektoren künftig noch kleiner dimensioniert werden können. Der verhältnismässig energieaufwendige Teillastbetrieb von Anlagen könnte so reduziert werden. Dank einer rasanten Weiterentwicklung der Technologie und der zunehmenden kommerziellen Verfügbarkeit von Ejektoren ist ein Einsatz bereits ab 50 kW Kälteleistung absehbar (heute: 100 kW).

### Erhebliches Sparpotenzial in Europa

Industrie, Gewerbe und Dienstleistungsbetriebe sind in Industrieländern wie in der Schweiz für rund 60% des gesamten Stromverbrauchs verantwortlich. Der Kühlsektor kann mit dem konsequenten Einsatz der Ejektor-Technologie einen bedeutenden Beitrag zum Stromsparen leisten. «Während wir in der Schweiz dank Ejektor Einsparungen von 20 bis 30% erreichen, sind an Standorten mit weniger ausgereiften Vorgängersystemen 30 bis 40% möglich, abhängig von Gebäude, Lastprofil, Abwärmennutzung und Standortklima», sagt

Schönenberger. In Europa gibt es heute laut einer Schätzung 9'000 bis 10'000 CO<sub>2</sub>-Kälteanlagen, bei denen durch Einbau eines Ejektors erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden könnten. Dank Ejektor kann CO<sub>2</sub> auch in wärmeren Ländern als Kältemittel eingesetzt werden. Rund 80 bis 90% der Kühlanlagen in europäischen Supermärkten werden aktuell noch nicht mit dem umweltschonenden Kältemittel betrieben. Durch Umrüstung könnten die Eigentümer der Märkte

## HÖHERE TEMPERATUREN IM KÜHLKREISLAUF



Der Ejektor (Bild) ist ein Bauteil im Kühlkreislauf von Kälteanlagen, die CO<sub>2</sub> als Kältemittel nutzen. Dank des Ejektors und des zugehörigen Parallelverdichters muss die Kühlflüssigkeit weniger stark abgekühlt werden: Für Kühlregale sind nur noch Temperaturen von -2 °C erforderlich (statt -8 °C wie früher), für Tiefkühlregale reichen -25 °C (statt -32 °C wie früher). Damit kann der Kühlkreislauf mit tieferem Stromverbrauch betrieben werden.

Ejektoren werden durch die Lieferanten der Kälteanlagen selber hergestellt oder sind als Komponenten von Herstellern wie Wurm Schweiz (Reutlingen/Winterthur) oder Danfoss (Nordborg/Dänemark) erhältlich. Abhängig davon, ob die Ejektoren in der Schweiz oder im Ausland hergestellt werden, entfällt rund 80 bis 50% der Wertschöpfung auf die Schweiz. Es ist davon auszugehen, dass andere Komponenten-Hersteller das Potential der Technologie erkennen und auf diesen Zug aufsteigen. BV



Unterdessen kommt die Ejektor-Technologie mehr und mehr auch im europäischen Ausland zum Einsatz: Der Cash&Carry-Markt von METRO in Beverwijk (NL). Foto: Frigo-Consulting

ein beachtliches energetisches und finanzielles Einsparpotenzial von bis zu 40% realisieren.

Diesen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz will in den nächsten Jahren der METRO-Konzern (Düsseldorf) in seinen weltweit 750 Cash & Carry-Grossmärkten gehen. Während bisher knapp jeder zehnte Grossmarkt zur Kühlung ausschliesslich das Kältemittel CO<sub>2</sub> verwendet, will METRO bis 2030 seine Märkte im Wesentlichen auf natürliche Kältemittel umstellen und dabei auch den Ejektor einsetzen. Erste Grossmärkte in den Niederlanden und Frankreich wurden bereits mit der Technologie ausgerüstet, 2018 werden in Polen zwei weitere folgen. «Die METRO AG hat eine technische Guideline formuliert, um die Ejektor-Technologie konzernweit als Standard etablieren zu können», sagt Olaf Schulze, Director Energy Management bei dem börsennotierten Gross- und Einzelhandelsunternehmen. Der METRO-Manager kann bei der Implementierung auf die Schweizer Erfahrungen zurückgreifen. Anlässlich einer Informationsreise hat er vor kurzem auch die Migros-Filiale im Mythen-Center Ibach besucht. «Der Schweizer Einzelhandel geht beim Ejektor mit dem guten Vorbild voraus», sagt Schulze.

- Die **Schlussberichte** zu dem Forschungs- und den beiden Pilot- und Demonstrationsprojekten des BFE finden Sie unter: <http://bit.ly/2y13YOe>
- **Auskünfte** zu dem Projekt erteilen Stephan Renz (renz.btr[at]swissonline.ch), Leiter des BFE-Forschungsprogramms Wärmepumpen und Kälte, und Dr. Josef Käzrig (josef.kaenzig[at]bfe.admin.ch), Leiter des BFE-Programms Wissens- und Technologietransfer.
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Wärmepumpen und Kälte finden Sie unter dem Link: [www.bfe.admin.ch/CT/WP-Kaelte](http://www.bfe.admin.ch/CT/WP-Kaelte).
- Der Ejektor wurde in den letzten Jahren schrittweise verbessert. Sein Funktionsprinzip erklärt ein im Auftrag des BFE erstellter **Info-Clip**: <http://bit.ly/2x1KdH3>

# „UNSERE ERWARTUNGEN HABEN SICH VOLL UND GANZ ERFÜLLT“

Kühl- und Tiefkühlregale in Lebensmittel-Supermärkten verbrauchen viel Strom. In den letzten drei Jahren hat sich am Markt eine neuartige Technologie etabliert, die bei Kälteanlagen Einsparungen von bis zu 30% ermöglicht. Bei der Markteinführung dieser sogenannten Ejektortechnologie spielte die Migros eine Pionierrolle. Daniel Duss (58), ausgebildeter dipl. Architekt HTL und heute Leiter Bau + Technik bei der Genossenschaft Migros Luzern, gibt im Interview Auskunft.

## **Herr Duss, im Mythen-Center der Migros in Ibach (SZ) kommt seit drei Jahren die Ejektortechnologie zum Einsatz. Wie stark ging dadurch der Energiebedarf für Kühl- und Tiefkühlgeräte zurück?**

Die Migros hat 2014 im Mythen-Center den Laden sowie das eigene Restaurant komplett modernisiert, den Supermarkt von einer MM- zu einer MMM-Filiale mit 3500 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche ausgebaut. Im Zuge des Ausbaus wurde die zentrale Kälteanlage ersetzt, die alle Kühl- und Tiefkühlregale kühlt. Die neue Anlage verwendet als Kältemittel das umweltneutrale Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das die früher verwendeten synthetischen, umweltschädlichen Kältemittel ersetzt. Zudem haben wir die CO<sub>2</sub>-Kälteanlage im Rahmen eines Pilotprojekts mit einem Ejektor ausgerüstet. Die Kombination von Ejektoren und Parallelkompressoren ermöglicht, die bislang bei der Druckentspannung verlorene Energie zu nutzen. Gegenüber den bis vor wenigen Jahren eingesetzten konventionellen Anlagen erreichen wir eine Einsparung von rund 25% der elektrischen Energie.

## **Diese Einsparung haben Sie in allen drei Betriebsjahren und damit dauerhaft erzielt?**

Ja. Der zunächst als Pilot eingeführte Ejektor hat sich bewährt und ist jetzt zuverlässig in Betrieb. Mit der Kälteanlage werden die rund 170 Laufmeter Kühl- und Tiefkühlmöbel sowie die insgesamt 280 m<sup>2</sup> Kühl- und Tiefkühlräume der Supermarkt-Filiale gekühlt. Zur Kühlung sind 250 kW Kälteleistung erforderlich, die im Mythen-Center durch zwei Kälteanlagen mit Ejektor bereitgestellt werden. Unsere Erwartungen an den Ejektor haben sich voll und ganz erfüllt.

## **Innovative Technologien haben gewöhnlich die eine oder andere Kinderkrankheit...**

In diesen Fall haben wir keine spezifischen Kinderkrankheiten erlebt. Wie bei jeder neuen Anlage gab es eine zwei- bis dreijährige Phase der Betriebsoptimierung, in der die Anlage feinjustiert wurde. Für uns war es überlebenswichtig, dass die Kälteanlage vom ersten Tag an zuverlässig funktionierte, die Produktequalität muss rund um die Uhr garantiert sein. Die Kälteanlage wurde daher so konzipiert, dass wir sie jederzeit auch ohne Ejektor hätten betreiben können, wenn dieser Schwierigkeiten gemacht hätte. Ein solcher Fall ist nie eingetreten.



## **Was hat die Migros seinerzeit veranlasst, auf die neue Ejektortechnologie zu setzen?**

Die Hauptmotivation war das Versprechen unserer Fachplaner, dass man mit dem Ejektor massgeblich Energie einsparen kann. Damit leisten wir einen Beitrag zu Nachhaltigkeit und Umweltschutz. Als grosses Unternehmen konnte die Migros einen wichtigen Beitrag leisten, um die innovative Technologie aus den Labors der Entwickler zu den gewerblichen und industriellen Anwendern zu bringen. Wir haben eine Vorreiterrolle übernommen und andere so mitgezogen. Unterdessen profitieren auch viele andere von der Technologie. Die Produktkühlung braucht viel Energie; mit dem Ejektor sparen wir viel Strom und damit auch Geld. Etwas grösser als bei konventionellen Anlagen ist der jährliche Unterhalt, die Anlagen sind komplexer und für das Personal anspruchsvoller zu handhaben.

**Das BFE hat die Entwicklung der Ejektor-Technologie mit einem Forschungs- und zwei Pilot- und Demonstrationsprojekten finanziell unterstützt. Inwiefern war diese Unterstützung mit öffentlichen Geldern für die Migros hilfreich?**

Wir haben uns schon früh für den Bau der Anlage entschlossen. Während der Pilotphase zuerst in der Migros-Filiale in Bulle (FR) und später im Mythen-Center bei Schwyz sind nichtamortisierbare Mehrkosten angefallen. Das BFE erwies sich hier mit seiner Unterstützung als wichtiger Partner. Nach dem Abschluss der Entwicklung sind Ejektoren heute rentabel und werden breit eingesetzt, Förderbeiträge sind somit häufig.

**Hat die Migros nach Ibach weitere Supermärkte mit der Technologie ausgerüstet?**

Aktuell betreibt die Migros Luzern drei Anlagen, landesweit sind mehrere Dutzend Migros-Filialen damit ausgerüstet. Die Migros setzt Ejektoren in erneuerten Märkten ein, die gross genug sind, dass diese Anlagen wirtschaftlich arbeiten. Dies ist bei grösseren Filialen vom MM- und MMM-Format meist gegeben. Für kleine Filialen bis 1500 m<sup>2</sup> rechnen sich die Anlagen heute in der Regel noch nicht; hier ist der Nutzen zu klein im Vergleich zu den Investitionskosten. Auch die Weiterentwicklung der Kühlmöbel beeinflusst das Engineering der zentralen Kälteanlagen.

**Wie sehen Sie die Zukunft der Ejektor-Technologie?**

Heute werden Ejektoren beim Um- und Neubau von Migros-Filialen standardmässig im Planungsprozess der Kühltechnik geprüft und dort wo sinnvoll beschafft. Sollten in Zukunft noch effizientere Technologien verfügbar sein, werden wir als Migros diese Entwicklungsschritte weiter verfolgen.

## PILOT-, DEMONSTRATIONS- UND LEUCHTTURM-PROJEKTE DES BFE

Die Markteinführung des Ejektors wurde unter anderem ermöglicht durch zwei Pilot- und Demonstrationsprojekte, mit denen das Bundesamt für Energie (BFE) die Entwicklung von sparsamen und rationellen Energietechnologien fördert und die Nutzung erneuerbarer Energien vorantreibt. Das BFE fördert Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte mit 40% der anrechenbaren Kosten. Gesuche können jederzeit eingereicht werden.

➤ **Informationen** unter:

[www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration](http://www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration)

[www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm](http://www.bfe.admin.ch/leuchtturmprogramm)